

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 76 36232

(54) Perfectionnements aux ensembles composés de tôles et de revêtements insonorisants et aux procédés pour obtenir de tels ensembles.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). G 10 K 11/00; B 60 R 13/08//B 62 D 25/00,
B 62 D 25/08.

(22) Date de dépôt 1er décembre 1976, à 15 h 28 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 26 du 30-6-1978.

(71) Déposant : Société dite : MATEC HOLDING S.A., résidant en Suisse.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud.

L'invention a pour objet de limiter, à l'aide de revêtements insonorisants (c'est-à-dire phoniquement absorbants et isolants), la propagation des vibrations sonores engendrées par les tôles soumises à des vibrations. Elle concerne en particulier, 5 mais non exclusivement, les éléments d'habitacle ou de carrosserie de véhicules, en particulier de véhicules automobiles, comprenant de telles tôles et de tels revêtements.

Par tôles, on entend ici non seulement des plaques minces métalliques, mais également des plaques minces en d'autres matériaux, tels que des matières plastiques, présentant des fonctions 10 mécaniques analogues à celles des plaques métalliques.

Dans les véhicules, tels que les véhicules automobiles, le fonctionnement des moteurs engendre des vibrations qui, en se propageant dans les différentes pièces du châssis et de la carrosserie, provoquent la vibration des tôles délimitant l'habitacle du véhicule. Les bruits qui en résultent sont particulièrement gênants pour les utilisateurs, en particulier lorsque ces bruits ont des fréquences assez basses, correspondant à une 15 fréquence double de la fréquence de rotation du vilebrequin.

Par exemple pour les moteurs les plus courants à quatre cylindres en ligne, ayant une vitesse de rotation comprise entre 2 000 et 6 000 tours/mn, les fréquences audibles engendrées par les tôles en vibrations sont de l'ordre de 70 à 200 Hz. 20

Pour atténuer l'importance de ces bruits, on a déjà proposé de revêtir les tôles sujettes à vibrer, notamment celles délimitant l'habitacle du véhicule, à l'aide d'une combinaison 25 de matériaux phoniquement amortissants, isolants et absorbants.

Or les tôles vibrant dans les conditions décrites ci-dessus présentent très souvent au moins une zone dans laquelle les vibrations mécaniques ont une relativement grande amplitude (ventre de vibration) et qui est bordée par une bande périphérique, pouvant l'entourer complètement, dans laquelle les vibrations ont une amplitude relativement faible, voire nulle (noeud de vibration). 30

Comme les revêtements étaient jusqu'à présent fixés, par exemple par collage, sur toute la surface des tôles traitées, y compris, par conséquent, la zone dans laquelle les vibrations mécaniques ont la plus grande amplitude, il en résultait que, lorsque les tôles vibraient, les revêtements étaient eux-mêmes 35 entraînés à vibrer au maximum, tout particulièrement lorsque 40

le module d'élasticité, à la compression, des différents matériaux utilisés était trop élevé.

De ce fait, les résultats obtenus étaient souvent médiocres et, parfois même, ces revêtements pouvaient provoquer des amplifications dans certains domaines de fréquences et augmenter la gêne due au bruit.

L'invention a essentiellement pour but de remédier à ces inconvénients.

Un ensemble composé d'une tôle susceptible d'être soumise à des vibrations et d'un revêtement insonorisant, ladite tôle présentant, au cours des vibrations au moins une zone dans laquelle les vibrations ont une amplitude relativement grande (ventre de vibration), zone qui est totalement entourée par une bande périphérique dans laquelle les vibrations ont une amplitude relativement faible ou nulle (noeud de vibration), se caractérise, conformément à l'invention, en ce que le revêtement insonorisant est solidarisé à ladite tôle sans interruption le long de ladite bande périphérique, et en ce qu'entre les deux surfaces en regard de la tôle et du revêtement, dans la région entourée par la susdite bande périphérique, subsiste une lame d'air dont l'épaisseur, dans sa région la plus épaisse, est supérieure à 5 mm, de préférence à 10 mm.

Grâce à cette disposition, le revêtement est rendu solidaire de la tôle qui le supporte uniquement sur la partie de celle-ci qui est le siège de vibrations mécaniques d'amplitude relativement faible ou nulle. En outre, grâce à la présence de la lame d'air, les vibrations de relativement grande amplitude de la tôle ne sont pas transmises, par voie solide, au revêtement isolant puisque les surfaces en regard de la zone de la tôle qui est le siège de ces vibrations d'amplitude relativement grande et du revêtement n'entrent jamais en contact l'une avec l'autre.

Du point de vue de la transmission des vibrations par voie solide, la zone de la tôle qui est le siège des vibrations les plus importantes et le revêtement sont donc désolidarisés.

En choisissant de façon appropriée la nature, la rigidité et le poids par unité de surface du revêtement et l'épaisseur de la lame d'air en fonction de la fréquence des vibrations sonores à atténuer, il est possible, à l'aide de l'ensemble de l'invention, de modifier la phase des vibrations sonores émises par ledit ensemble de manière à réduire, voire à annuler, l'amplitude

de certains sons résultant, par mise en opposition de phase de composantes émises par certaines surfaces.

En traitant simultanément conformément à l'invention au moins plusieurs des tôles délimitant l'habitacle d'un véhicule, on peut annuler la résultante des vibrations sonores en un endroit déterminé de l'habitacle du véhicule, par exemple au niveau des oreilles des passagers avant ou au niveau des oreilles des passagers arrière.

De préférence, pour une tôle ayant une surface d'environ 0,5 m², l'épaisseur de la lame d'air dans sa région la plus épaisse, est comprise entre 15 et 30 mm.

Pour obtenir un résultat optimal, il est important que le revêtement soit solidarisé à la tôle de façon étanche du point de vue de la propagation des vibrations sonores.

Pour permettre la mécanisation de l'assemblage de la tôle et du revêtement, il est préférable que le revêtement soit auto-portant. Il est alors possible de le fixer à la tôle par vissage ou boulonnage ou par agrafage.

D'une façon avantageuse, l'étanchéité requise est obtenue en interposant un joint entre la tôle et le revêtement, le long de la bande périphérique.

Pour obtenir les caractéristiques mécaniques et insonorisantes recherchées, le revêtement peut être constitué d'une seule couche d'un matériau dense, tel qu'un matériau bitumeux, mais, de préférence, il comporte également une deuxième couche constituée par du feutre et disposée au contact de la lame d'air.

Dans ce cas, pour augmenter l'inertie de la ligne fermée de solidarisation du revêtement et de la tôle et diminuer la propension à vibrer de cette zone, il est avantageux que la partie de la couche de feutre située au droit de ladite ligne de solidarisation ait une densité supérieure à celle du reste de la couche de feutre.

Selon un autre de ses aspects, l'invention propose également un procédé pour insonoriser une tôle soumise à des vibrations, procédé qui se caractérise par la succession des étapes suivantes :

- on détermine, notamment à l'aide d'un microphone associé à des moyens de mesure appropriés, les amplitudes des vibrations mécaniques émises par les différents points de la tôle,

- on en déduit une carte de ces amplitudes,
- on repère sur cette carte au moins une bande fermée correspondant à des amplitudes de vibrations minima,
- on rapporte sur la tôle un revêtement insonorisant conçu de façon telle qu'il soit solidarisé sur ladite tôle exclusivement le long d'une bande fermée de celle-ci correspondant à celle repérée ci-dessus sur la carte, la zone de tôle intérieure à cette bande demeurant séparée dudit revêtement par une lame d'air dont l'épaisseur, dans sa région la plus épaisse, est supérieure à 5 mm, de préférence à 10 mm.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui suit de deux de ses modes de réalisation, donnés à titre illustratif, mais nullement limitatif. Dans cette description, on se réfère au dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 représente en coupe un ensemble composé d'une tôle et d'un revêtement insonorisant réalisé conformément à l'invention, et
- la figure 2 représente la carte d'une tôle obtenue conformément au procédé de l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté une tôle 1 qui, en cours de vibration, présente, d'une part, au moins une zone 2 (délimitée sur la figure 1 par les tirets 3 et 4) dans laquelle les vibrations mécaniques ont une amplitude maximum relativement importante, cette zone constituant un ventre de vibration et, d'autre part, une bande périphérique 5 (délimitée sur la figure 1 par les tirets 3 et 6 et 4 et 7) qui entoure totalement la zone 2 et dans laquelle les vibrations mécaniques ont une amplitude minimum relativement faible, voire nulle (cette bande constituant une zone nodale de vibration).

En pratique, la bande 5 est relativement étroite par rapport aux dimensions de la zone 2.

Sur une face de la tôle 1 est fixé un revêtement insonorisant 8. Ce revêtement est solidarisé à la tôle 1 le long de la bande périphérique 5 qui est le siège des vibrations d'amplitudes relativement faibles, de manière à minimiser, dans toute la mesure du possible, la transmission directe par voie solide des vibrations mécaniques de la tôle 1 au revêtement 8.

En outre, les surfaces en regard de la tôle et du revêtement, respectivement référencées 9 et 10, intérieures à la bande

5, ne sont pas en contact l'une avec l'autre, mais sont au contraire écartées l'une de l'autre, de manière à laisser subsister entre elles une lame d'air 11.

Cette lame d'air étant le siège de vibrations sonores créées par la zone 2 de la tôle, qui vibre librement, il importe que la masse d'air ainsi emprisonnée ne soit pas en communication avec l'espace que l'on souhaite insonoriser.

Il convient donc que la liaison du revêtement 8 à la tôle 1, au droit de la bande 5 de celle-ci, soit continue, et étanche du point de vue de la propagation des vibrations sonores.

Dans ce but il est avantageux d'interposer entre la tôle et le revêtement le long de la bande 2, un joint 12 assurant la continuité et l'étanchéité recherchées. Ce joint peut être mis en place dans une gorge 13 prévue sur le pourtour du revêtement 8 et écrasé entre la tôle et le revêtement lors de la fixation de celui-ci sur la tôle (comme représenté sur la figure 1), ou bien il peut être constitué par un mastic introduit entre tôle et revêtement après fixation de celui-ci sur celle-là.

Bien que le revêtement 8 puisse être constitué par une seule couche 14 d'un matériau insonorisant de densité élevée tel qu'un matériau bitumeux, il est préférable d'adjoindre à cette couche 14 de matériau dense une couche 15 d'un matériau fibreux phoniquement absorbant, tel que du feutre.

Pour laisser la lame d'air requise entre un revêtement ainsi constitué et la tôle, le revêtement peut être moulé selon la forme d'une coque à bords 16 rabattus vers l'extérieur, comme représenté sur la figure 1.

Dans les réalisations préférées, la couche 15 de feutre est située au contact de la lame d'air 11, la couche 14 de matériau bitumeux est située à l'extérieur, et les bords 17 de cette couche 14 sont rabattus le long de la tranche périphérique de la couche 15 de feutre de manière à éviter toute fuite d'énergie acoustique.

L'épaisseur de la lame d'air 11, dans sa région la plus épaisse, est supérieure à 5 mm, de préférence à 10 mm.

Pour une tôle ayant une surface d'environ 0,5 m², l'épaisseur de la lame d'air est de préférence comprise entre 15 et 30 mm dans sa région la plus épaisse.

De préférence, la coque constituant le revêtement doit être rigide et constituer un élément autoportant.

Il est alors possible de mécaniser la mise en place de cette coque sur la tôle, la fixation pouvant être effectuée de façon classique soit par agrafage à l'aide de pattes 18 solidaires de la tôle, comme représenté sur la figure 1, soit par vis-
5 sage ou boulonnage.

A titre de comparaison on indique que, en mettant en oeuvre l'invention, on obtient, avec un revêtement composé d'une couche de feutre juxtaposée contre une couche de produit bitumeux, une insonorisation comparable et même supérieure à celle obtenue selon la technique antérieure (absence de lame d'air) avec un revêtement de composition analogue, mais d'épaisseur totale plus grande ou de poids par unité de surface plus grand.

Dans des modes de réalisation indiqués à titre illustratif, la couche de feutre est épaisse d'environ 15 mm et celle du produit bitumeux d'environ 5 mm, le revêtement mixte résultant
15 pesant environ 10kg/m².

Pour améliorer encore les résultats obtenus avec une tôle traitée conformément à l'invention, il est également possible de comprimer les bords 19 de la couche de feutre, de façon à augmenter localement la rigidité du feutre.

Un tel compactage local du feutre a également pour conséquence, en rapprochant les fibres les unes des autres, de diminuer les fuites d'énergie acoustiques et, combiné avec le rabattement des bords 17 de la couche 14 de matériau bitumeux, d'augmenter l'étanchéité (du point de vue de la propagation des vibrations acoustiques) de la liaison entre la tôle et le revêtement.

Pour pouvoir réaliser un ensemble tôle-revêtement conforme à l'invention - c'est-à-dire le revêtement fixé à la tôle le long d'une bande fermée de celle-ci qui est le siège de vibrations mécaniques d'amplitudes relativement faibles ou nulles et qui entoure une zone qui est le siège de vibrations d'amplitudes relativement importantes -, il importe de connaître avec précision la position des noeuds et des ventres de vibration de la tôle lorsque celle-ci est placée dans les conditions qui sont
30 à l'origine du bruit indésirable que l'on souhaite éliminer.

La localisation des noeuds et des ventres de vibration peut avantageusement être effectuée comme suit, à l'aide d'un microphone associé à des moyens de mesure appropriés.

A partir de l'emplacement dans le voisinage duquel on
40 veut atténuer le bruit indésirable (par exemple l'emplacement

occupé par la tête d'une personne assise sur un siège avant ou arrière d'un véhicule automobile), l'opérateur détermine, à l'aide du microphone, la tôle vibrante qui est à l'origine de la contribution la plus importante sur le bruit résultant.

5 On trace alors un dessin de la tôle à traiter, c'est-à-dire le contour de la tôle avec ses reliefs éventuels, dessin dont un exemple est représenté sur la figure 2.

 Sur cette figure, la tôle 20, supposée sensiblement plane dans sa partie centrale 21, est bordée par un rebord périphérique
10 22, servant par exemple à sa fixation sur le véhicule.

 En outre, la tôle 20 présente des nervures 23 divisant la partie plane 21 de la tôle en un certain nombre de zones 24, 25 et 26, et une échancrure 27 est prévue dans un des bords, tandis qu'un trou 28 est prévu dans la zone plane 25.

15 Une tôle de ce type peut être par exemple le tablier qui sépare, dans un véhicule automobile, le compartiment moteur de l'habitacle, sous et/ou derrière le tableau de bord, les différents trous et/ou échancrures servant au passage de commandes ou dispositifs divers (arbre du volant, pédales, gaines de ventilation,
20 tion, câblage électrique, etc...).

 Une fois en possession du dessin de la tôle, l'opérateur déplace son microphone à proximité de la tôle, en balayant toute sa surface; pour chaque point de ce balayage, il mesure l'intensité sonore correspondante, représentative de l'amplitude des vibrations mécaniques au point en regard de la tôle, et reporte
25 cette mesure sur le dessin.

 En joignant ensuite par des lignes, telles que la ligne 29, tous les points ayant la même amplitude de vibration, on obtient une carte de l'état vibratoire de la tôle. Sur cette carte apparaissent les zones de grande amplitude vibratoire (ou ventres de vibration) telles que 30, 31, 32 ainsi que les zones de faible amplitude vibratoire (ou noeuds de vibration) qui sont constituées par des bandes entourant les ventres, telles que la bande
30 33 située entre les ventres 30 et 32, la bande 34 située entre les ventres 30 et 31 (et qui se confond en partie avec une nervure 23).
35

 L'échancrure 27 créant une dissymétrie dans la tôle, une bande 35 de faible amplitude vibratoire s'étend sensiblement perpendiculairement au bord correspondant de la tôle à partir du milieu
40 de cette échancrure, entre le noeud 30 et un noeud situé en de-

hors de la partie de tôle représentée sur la figure 2.

En outre, les bords de la tôle, rigidifiés par les rebords 22, constituent souvent des bandes de faible amplitude vibratoire, sans toutefois que cela soit impératif comme le prouve la présence du ventre 32 dans le coin inférieur droit (sur la figure).

Il est alors aisé de déterminer une ligne de fixation possible du revêtement insonorisant sur la tôle, cette ligne, conformément à l'invention, suivant les bandes de faible amplitude vibratoire et entourant les ventres de vibration.

Sur la figure 2, la ligne de fixation 36 qui a été choisie entoure les ventres 30 et 31 en suivant plus ou moins les trois bords latéraux 22 de la tôle (sauf au voisinage du ventre 32 qu'elle contourne) et en suivant la bande 35 transversale.

La ligne 36 choisie offre l'avantage d'entourer la portion la plus importante possible de la surface plane de la tôle à traiter.

Mais d'autres lignes de fixations auraient pu être retenues en particulier en suivant la bande 37 (représentée en tirets sur la figure 2) qui passe au plus près des ventres 30 et 31 ; on remarquera toutefois qu'une ligne de fixation suivant la bande 37 est moins avantageuse que la ligne 36 choisie, puisqu'elle n'englobe pas la région de la tôle comprise entre les bandes 36 et 37, région qui, sans constituer un ventre de vibration, n'en est pas moins une région vibrant de façon relativement importante et qui, de ce fait, engendre des vibrations sonores.

Une fois déterminée la ligne de fixation du revêtement insonorisant sur la tôle, on réalise, par exemple par moulage, ledit revêtement ayant la composition mentionnée précédemment ; puis on le fixe sur la tôle, la solidarisation du revêtement et de la tôle s'effectuant le long de la ligne fermée 36, les surfaces en regard du revêtement et de la tôle, dans la région entourée par ladite ligne, étant séparées par une lame d'air au moins égale à 5 mm, de préférence à 10 mm, dans sa zone la plus épaisse.

S'il s'avère que la surface de la région entourée par la ligne 36 est trop importante et que, de ce fait, le revêtement n'est pas suffisamment maintenu sur la tôle et risque de fléchir dans sa partie centrale, il est possible de prévoir un ou plusieurs points de fixation supplémentaires (par exemple par boulonnage avec un entretoisement approprié) dans la région entourée

par la ligne de solidarisation 36, à condition toutefois que ces points de fixation supplémentaires soient situés en des points de la tôle qui vibrent avec une amplitude minimale ; de tels points supplémentaires pourraient par exemple être prévus le long de la bande 37.

Il serait également possible de solidariser de façon continue le revêtement à la tôle, non seulement le long de la ligne fermée 36, mais aussi le long de la bande 37 ; il convient alors que, dans chacune des deux régions entourée par la ligne 37 et une partie de la ligne 36, les surfaces en regard du revêtement et de la tôle soient espacées l'une de l'autre d'au moins 5 mm, de préférence d'au moins 10 mm.

Comme il va de soi, et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes d'application et de réalisation qui ont été plus spécialement envisagés ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

REVENDICATIONS

1. - Ensemble composé d'une tôle susceptible d'être soumise à des vibrations et d'un revêtement insonorisant, ladite tôle présentant, au cours des vibrations, au moins une zone dans laquelle les vibrations ont une amplitude relativement grande (ventre de vibration), zone qui est totalement entourée par une bande périphérique dans laquelle les vibrations ont une amplitude relativement faible ou nulle (noeud de vibration), caractérisé en ce que le revêtement insonorisant est solidarisé à ladite tôle sans interruption le long de ladite bande périphérique et en ce qu'entre les deux surfaces en regard de la tôle et du revêtement, dans la région entourée par la susdite bande périphérique, subsiste une lame d'air dont l'épaisseur, dans sa région la plus épaisse, est supérieure à 5 mm, de préférence à 10 mm.
2. - Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'épaisseur de la lame d'air, dans sa région la plus épaisse, est comprise entre 15 et 30 mm pour une tôle ayant une surface d'environ 0,5 m².
3. - Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le revêtement est autoportant.
4. - Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le revêtement est solidarisé à la tôle de façon étanche du point de vue de la propagation des vibrations sonores.
5. - Ensemble selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'étanchéité est assurée par un joint intercalé entre la tôle et le revêtement, le long de la bande périphérique.
6. - Ensemble selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que la solidarisation du revêtement à la tôle est réalisée par vissage ou boulonnage.
7. - Ensemble selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que la solidarisation du revêtement à la tôle est réalisée par agrafage.
8. - Ensemble selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le revêtement comprend au moins une couche d'un matériau dense, tel qu'un matériau bitumeux.
9. - Ensemble selon la revendication 8, caractérisé en ce que le revêtement comprend en outre une couche de feutre disposée au contact de la lame d'air.

10. - Ensemble selon la revendication 9, caractérisé en ce que la partie de la couche de feutre située au niveau de la bande de solidarisation du revêtement à la tôle présente une densité supérieure à celle du reste de ladite couche de feutre.

5 11. - Tablier séparant l'habitacle d'un véhicule du compartiment moteur, caractérisé en ce qu'il est constitué par un ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

10 12. - Procédé pour insonoriser une tôle soumise à des vibrations, caractérisé en ce que l'on détermine, notamment à l'aide d'un microphone associé à des moyens de mesure appropriés, les amplitudes des vibrations mécaniques émises par les différents points de la tôle, en ce que l'on en déduit une carte de ces amplitudes, en ce que l'on repère sur cette carte au moins une bande fermée correspondant à des amplitudes de vibrations minima et
15 en ce que l'on rapporte sur la tôle un revêtement insonorisant conçu de telle façon qu'il soit solidarisé sur ladite tôle exclusivement le long d'une bande fermée de celle-ci correspondant à celle repérée ci-dessus sur la carte, la zone de tôle intérieure à cette bande demeurant séparée dudit revêtement par une lame
20 d'air dont l'épaisseur, dans sa région la plus épaisse, est supérieure à 5 mm, de préférence à 10 mm.

Fig. 1.

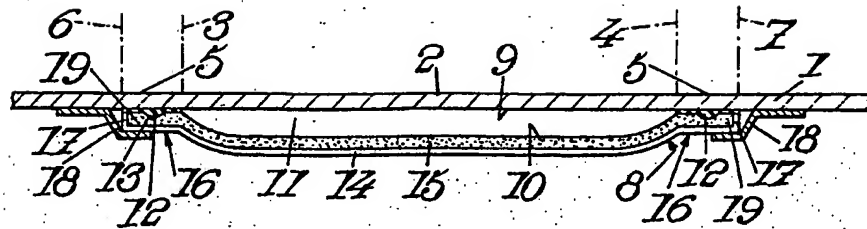


Fig. 2.

